

08/25/03

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Thilo SCHMIDT, Georg GIERER and
Serial no. : Klaus STEINHAUSER
For : DEVICE FOR CONTROL OF A
HYDRAULICALLY ACTUATABLE SHIFTING
ELEMENT
Docket : ZAHFRI P531US

MAIL STOP PATENT APPLICATION
The Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY

Dear Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. § 119 for the above-identified United States Patent Application based upon German Patent Application No. 102 39 915.8 filed August 30, 2002. A certified copy of said German application is enclosed herewith.

In the event that there are any fee deficiencies or additional fees are payable, please charge the same or credit any overpayment to our Deposit Account (Account No. 04-0213).

Respectfully submitted,



Michael J. Bujold, Reg. No. 32,018

Customer No. 020210

Davis & Bujold, P.L.L.C.

Fourth Floor

500 North Commercial Street

Manchester NH 03101-1151

Telephone 603-624-9220

Facsimile 603-624-9229

E-mail: patent@davisandbujold.com



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 39 915.8

Anmeldetag: 30. August 2002

Anmelder/Inhaber: ZF Friedrichshafen AG,
Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Ansteuerung eines
hydraulisch betätigbaren Schaltelementes

IPC: F 16 H 63/30

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Oktober 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Vorrichtung zur Ansteuerung eines
hydraulisch betätigbaren Schaltelementes

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines hydraulisch betätigbaren Schaltelementes eines Kraftfahrzeuggetriebes, insbesondere eines Lastschaltgetriebes, nach der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

15 Lastschaltgetriebe, bei denen ein Übersetzungswechsel bzw. Gangwechsel häufig als Überschneidungsschaltung mit direkter Momentenübergabe zwischen zwei Schaltelementen erfolgt, aber auch Doppelkupplungsgetriebe erfordern eine feine Regelung. So muß beispielsweise bei einer Überschneidungsschaltung der Zeitpunkt der Momentenübergabe je nach Fahrzustand und Beladung sehr präzise bestimmt werden, um den Anforderungen an Fahrkomfort und Fahrdynamik gerecht zu werden.

20 In der Praxis erfolgt das Schalten eines beispielsweise als Lamellenkupplung ausgeführten Schaltelementes in einem Lastschaltgetriebe zwischen einem betätigten und einem nichtbetätigten Zustand durch Verschiebung eines doppeltwirkenden Kupplungskolbens mittels eines Hydraulikmediums, wobei der Kupplungskolben mit einer ersten Fläche einen mit Hydraulikmedium beaufschlagbaren Kupplungsraum und mit einer zweiten Fläche einen Rückstellraum mit einer auf den Kolben wirkenden Rückstelleinrichtung begrenzt. Die
25 Betätigung bzw. das Zuschalten der Kupplung erfolgt dabei in der Regel gegen die Kraft einer Feder, meist einer Tellerfeder, oder gegen einen stets seitens des Rückstellraums auf den Kupplungskolben wirkenden Gegendruck.

Bei einem solchen Aufbau muß der benötigte Schaltdruck um die Kraft des Gegendrucks bzw. der Federkraft angehoben werden, wodurch der nutzbare Regelbereich eines üblicherweise als Aktuator verwendeten Druckvorsteuerventils bzw. Ansteuerventils reduziert wird.

Dies bedeutet bei dem typischen Anwendungsfall einer Kupplung in einem Lastschaltgetriebe, daß annähernd 15 % der Druckleistung, welche zur Sicherstellung der Übertragungsfähigkeit der Kupplung benötigt wird, über eine Feder in dem Rückstellraum an einem Gehäuse abgestützt wird und nicht zur Übertragungsfähigkeit zur Verfügung steht. Diese Reduzierung des nutzbaren Regelbereichs des Aktuators ist insbesondere in einem Bereich niedrigen Drucks problematisch, in dem ein Druckregler gewöhnlich ein sehr flaches Verhalten zeigt und dieser zur Sicherstellung einer bestimmten Druckleistung wesentlich stärker bestromt werden muß, als es in oberen Druckbereichen der Fall ist.

Besonders problematisch sind Schaltungen in Gängen mit großer Kraftübersetzung, da zum einen sehr hohe Momente an den Schaltelementen auftreten, und zum anderen aber aufgrund der niedrigen Geschwindigkeit hohe Anforderungen an die Schaltqualität gestellt werden.

Dies führt zu einem Interessenskonflikt bei der Auslegung der Schaltelemente, da eine hohe Übertragungsfähigkeit einen großen Kupplungskolben erfordert, welcher nachteiligerweise sehr empfindlich gegen Störungen ist und eine starke Rückstellfeder benötigt.

Eine starke Rückstellfeder hat aber die Nachteile einer großen Federkrafttoleranz, einer großen Hysterese und eines starken Setzverhaltens neben den bei Verwendung von Federn typischen Nachteilen. Zu letzteren zählen ein in der Regel großer Bauraumbedarf, das Erfordernis, daß die Alterung der Feder in der Neuauslegung berücksichtigt werden muß, und ein hoher Aufwand für Adaptionen bei der Getriebesoftware, welche die Toleranz der Feder im Neuzustand und ihr Verschleißverhalten berücksichtigen.

Zudem muß eine starke Rückstellfeder durch eine entsprechende Auslegung des Ansteuerventils kompensiert werden, was zu einem verschlechterten Verhältnis des übertragenen Moments bezogen auf den Ausgabequant und somit zu einer Wirkungsgradverschlechterung führt. Problematisch ist dabei einerseits der vergleichsweise hohe erforderliche Anregungsimpuls zur Überwindung der Reaktionsträgheit des Kupplungskolbens und die Tatsache, daß der Ausgabequant des Stromes des Ansteuerventils nur in diskreten Stufen ausgebaut ist, die bei einer vertretbaren zu verarbeitenden Datenmenge zu einer ruckartigen Bewegung des Kupplungskolbens führen können.

Zur Realisierung einer hohen Übertragungsfähigkeit ist auch eine große Reibfläche erforderlich, die bedingt durch eine begrenzte zulässige Flächenpressung auf eine große Anzahl von Reibelementen bzw. Lamellen zu verteilen ist. Eine große Anzahl an Reibelementen bedingt jedoch nachteilhafterweise ein großes Lüftspiel und damit einen langen Federweg.

Bei aus der Praxis bekannten Lösungen, bei denen das Schalten einer Kupplung bzw. die Verstellung des Kupplungs-

kolbens entgegen eines anstehenden Gegendrucks erfolgt, besteht ebenfalls der Nachteil der Reduzierung des zur Verfügung stehenden Regelbereiches und der Verschlechterung des Verhältnisses des aufzubringenden Ansteuerdruckes gegenüber dem übertragbaren Moment der Kupplung.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines hydraulisch betätigbaren Schaltelementes eines Kraftfahrzeuggetriebes, insbesondere eines Lastschaltgetriebes, zu schaffen, mit der die vorstehend beschriebenen Nachteile überwunden werden, wobei insbesondere eine Ansteuerung des Schaltelementes verwirklicht werden soll, bei der die erforderliche Federkraft einer Rückstellfeder möglichst reduziert sein kann und gleichzeitig das Verhältnis eines übertragenen Moments zu einem Ausgabequant bzw. einem Ansteuerstrom bei niedrigen Momenten erhöht wird, ohne die Übertragungsfähigkeit zu reduzieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines hydraulisch betätigbaren Schaltelementes eines Kraftfahrzeuges gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst, d.h. mit einem Kupplungskolben, welcher mit einer ersten Fläche einen hydraulisch beaufschlagbaren Kupplungsraum und mit einer zweiten, eine andere Größe aufweisenden Fläche einen hydraulisch beaufschlagbaren Rückstellraum begrenzt, und mit einem Schieberventilsystem, welches ein erstes, dem Kupplungsraum zugeordnetes Kupplungsventil, ein zweites, dem Rückstellraum zugeordnetes Kupplungsventil und ein dem Rückstellraum zugeordnetes Halteventil aufweist, welche Ventile in Abhängigkeit eines durch einen Drucksteller eingestellten Steuerdrucks verschiebbar sind, wobei ein Wechsel zwischen einer Druckbeaufschlagung des Kupplungskolbens seitens des

Kupplungsraums und seitens des Rückstellraums als Regelfunktion derart durchgeführt wird, daß der Kupplungskolben auf seiner dem Rückstellraum zugewandten Fläche in einem nichtgeschalteten Zustand des Schaltelementes mit Druck beaufschlagt und in einem geschalteten Zustand des Schaltelementes entlastet ist, und die beiden Flächen des Kupplungskolbens bei einer Zuschaltung des Schaltelementes bis zu einem vordefinierten Drucksteller-Steuerdruck mit wenigstens annähernd gleichem Druck beaufschlagt sind.

Die Vorrichtung nach der Erfindung hat insbesondere den Vorteil, daß auf eine ständig vorhandene, den nutzbaren Regelbereich reduzierende Gegenkraft zur Rückstellung des Kupplungskolbens, welche bei bekannten Lösungen durch eine Tellerfeder oder einen permanenten hydraulischen Gegendruck bereitgestellt wird, verzichtet werden kann, so daß diese Kraft zusätzlich für den Regelbereich und die Übertragungsfähigkeit der Kupplung zur Verfügung steht. Dabei ergibt sich durch einen fast vollständig nutzbaren Vorsteuerdruckbereich eine hohe Auflösung des Verhältnisses eines Ansteuerstroms einer Vorsteuerung zum übertragenen Moment an der Kupplung.

Eine Erhöhung der Auflösung des übertragenen Moments zum Ausgabequant wird bei der erfindungsgemäßen Lösung vor allem dadurch erreicht, daß die dem Rückstellraum zugewandte Fläche des Kupplungskolbens zeitweilig bis zum Erreichen eines vordefinierten, von einem elektronischen Drucksteller eingestellten Steuerdrucks mit dem gleichen Druck wie die dem Kupplungsraum zugewandte Fläche des Kupplungskolbens beaufschlagt wird.

Wenn der Kupplungskolben beidseitig mit gleichem Druck beaufschlagt ist, erfährt nur die Differenzfläche zwischen dem Kupplungsraum bzw. dem Rückstellraum zugewandten Flächen eine Krafteinwirkung. Da das System in diesem Zustand am unempfindlichsten gegenüber Druckschwankungen ist, und die Auflösung des übertragenen Moments zum Ausgabequant am größten ist, können hier besonders schaltqualitätskritische Schaltungen durchgeführt werden.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung wird daher das Verhältnis der Flächen an dem Kupplungskolben und der vordefinierte Drucksteller-Steuerdruck derart ausgelegt, daß schaltqualitätskritische Schaltungen der Phase der Beaufschlagung beider Flächen des Kupplungskolbens mit gleichem Druck ausgeführt werden können, bevor der Druck in dem Rückstellraum nach Erreichen des vordefinierten Drucksteller-Steuerdrucks durch das zweite Kupplungsventil reduziert wird und der Druck in dem Kupplungsraum durch das erste Kupplungsventil weiter erhöht wird.

Des weiteren ist bei der Vorrichtung nach der Erfindung vorteilhaft, daß nur kleine Toleranzen der Kolbenkraft, welche durch eine Dichtelementreibung bedingt sind, hingenommen werden müssen und der Bauraumbedarf sehr gering ist.

Auf eine Rückstellfeder für den Kupplungskolben kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung verzichtet werden, es sei denn, ein Notfahrprogramm des betreffenden Getriebes erfordert eine - entsprechend schwache - Feder, um eine geschlossene Kupplung beispielsweise für einen Schleppbetrieb zu öffnen.

5 Zur Realisierung der Vorrichtung nach der Erfindung bedarf es neben den erwähnten Ventilen und einem Drucksteller auch keiner Zusatzventile wie Magnetventile oder weiterer Aktuatoren, da als Gegendruck beispielsweise ein gegenüber einem Systemdruck reduzierter Druck verwendet werden kann, welcher ohnehin dem Schaltelement zugeführt wird.

15 Die Druckbeaufschlagung und Entlastung des Kupplungskolbens seitens des Rückstellraums kann grundsätzlich mit einem Schaltventil erfolgen, jedoch ist es vorteilhafter, hierfür ein invers-proportionales Druckreduzierventil mit einer Anbindung an den an das erste und zweite Kupplungsventil herangeführten Drucksteller-Steuerdruck oder an den an den Kupplungsraum herangeführten Druck als Ansteuerdruck vorzusehen, welches ein Halteventil bildet.

20 Zur Druckbeaufschlagung des Kupplungsraums und zur Rückstellung des Kupplungskolbens durch Druckbeaufschlagung des Rückstellraums in der erfindungsgemäßen Weise, wobei der Rückstellraum in nichtgeschaltetem Zustand des Schaltelementes maximal beaufschlagt und im geschalteten Zustand des Schaltelementes drucklos ist, wird das erste Kupplungsventil vorzugsweise als proportionales Druckreduzierventil und das zweite Kupplungsventil als invers-proportionales Druckreduzierventil mit einem für das erste Kupplungsventil gemeinsamen Druckregler-Steuerdruck oder als proportionales Druckreduzierventil mit separatem Druckregler-Steuerdruck ausgebildet.

30 Die Ausgestaltung des zweiten Kupplungsventils als umgekehrt proportionales Ventil, d.h. welches mit steigendem Drucksteller-Steuerdruck einen niedrigeren Druck an den Rückstellraum ausgibt, hat den Vorteil, daß die erfindungs-

gemäße Vorrichtung mit einer geringeren Anzahl an Aktuatoren und Bauelementen verwirklicht werden kann.

5 Bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann es vorgesehen sein, daß auch dem Kupplungsraum ein Halteventil zugeordnet ist. Ein solches Halteventil, welches in per se bekannter Bauart ausgebildet sein kann, hält die Kupplung auch bei der Übertragung hoher Momente geschlossen, womit sich der Einsatz eines Kupplungsventils mit einer steileren Kennlinie und einem entsprechend schlechteren Verhältnis von übertragenem Moment zu Ausgabequant sowie eine niedrigere Limitierung der Übertragungsfähigkeit vermeiden läßt.

15 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung nach der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung, den Patentansprüchen und der Zeichnung.

20 Zwei Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung einer hydraulisch betätigbaren Kupplung eines Lastschaltgetriebes sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigt:

25 Fig.1 eine Prinzipskizze einer Ventileinrichtung zur Ansteuerung einer Kupplung, bei der ein Kupplungskolben durch Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung eines Kupplungsraums einerseits und eines Rückstellraums andererseits
30 verschiebbar ist;

Fig.2 ein Diagramm mit Kraft- und Druckverläufen, welche mittels der Ventileinrichtung nach Fig. 1 darstellbar sind;

5 Fig.3 eine Prinzipskizze einer zweiten Ausführung einer Ventileinrichtung zur Ansteuerung einer Kupplung, welche sich hinsichtlich eines Ansteuerdrucks eines dem Rückstellraum zugeordneten Halteventils von der Ausführung nach Fig. 1 unterscheidet und

Fig.4 ein Diagramm mit Kraft- und Druckverläufen, welche mit der Vorrichtung nach Fig. 3 realisierbar sind.

15

Bezug nehmend auf Fig. 1 und Fig. 3 ist jeweils eine Vorrichtung 1, 1' zur Steuerung einer hydraulisch betätigbaren, als Lamellenkupplung ausgeführten Kupplung 2 eines Lastschaltgetriebes eines Kraftfahrzeuges schematisch vereinfacht gezeigt.

20

Die Kupplung 2 weist einen in den Figuren nur symbolhaft dargestellten Kupplungskolben 3 auf, welcher in einem nicht näher dargestellten Zylinder verschieblich bewegbar ist und mit einer ersten Fläche A_1 einen mit Hydraulikmedium beaufschlagbaren Kupplungsraum 4 und mit einer zweiten, entgegengesetzt liegenden und kleiner ausgebildeten Fläche A_2 einen Rückstellraum 5 begrenzt. Der Kupplungsraum 4 und der Rückstellraum 5 sind in den Fig. 1 und

25

30 Fig. 3 symbolisch durch ihre Bezugszeichen angedeutet.

Zur Betätigung der Kupplung 2 ist der Kupplungsraum 4 mit einem Hydraulikmedium als Druckmittel beaufschlagbar,

welches über eine Leitung 6 mit einem Druck p_1 in diesen geführt und von diesem wieder abgeführt werden kann. Um den Kupplungskolben 3 von einer Schaltposition in eine Ruheposition zurückzubewegen, ist eine hydraulische Rückstelleinrichtung derart vorgesehen, daß der Kupplungskolben 3 seitens des Rückstellraumes 5 ebenfalls mit Hydraulikmedium beaufschlagbar ist, wobei das Hydraulikmedium mit einem Druck p_2 über eine Leitung 7 in den Rückstellraum 5 geführt und von diesem wieder abgeführt werden kann. Die mit dem Kupplungsraum 4 bzw. dem Rückstellraum 5 verbundenen Leitungen 6, 7 führen zu einem Schieberventilsystem, mittels dem die Druckbeaufschlagung bzw. Entlastung des Kupplungsraums 4 und des Rückstellraumes 5 eingestellt wird.

Dieses Schieberventilsystem weist bei den gezeigten Ausführungen jeweils ein erstes, dem Kupplungsraum 4 zugeordnetes Kupplungsventil 8, ein zweites, dem Rückstellraum 5 zugeordnetes Kupplungsventil 9, ein dem Kupplungsraum 4 zugeordnetes Halteventil 10 und ein dem Rückstellraum 5 zugeordnetes Halteventil 11 auf.

Sämtliche Ventile 8 bis 11 sind als Ventilschieber mit jeweils mehreren Kolbenabschnitten ausgebildet, welche in Abhängigkeit eines an das Schieberventilsystem herangeführten, durch einen elektronischen Drucksteller 12 eingestellten Steuerdruckes p_{EDS} in einem jeweiligen Ventilgehäuse verschiebbar sind und so einen Durchfluß eines Systemdruckes p_{sys} in den Kupplungsraum 4 und/oder den Rückstellraum 5 ungehindert oder reduziert erlauben oder unterbinden.

Der in den Figuren gezeigte elektronische Drucksteller 12 kann von herkömmlicher Bauart sein. Wenngleich bei

den bevorzugten dargestellten Ausführungen nur ein Drucksteller zur Ausgabe des Steuerdruckes p_{EDS} an die einzelnen Ventile vorgesehen ist, ist es alternativ auch möglich, mehrere Drucksteller hierfür einzusetzen.

5

Das erste Kupplungsventil 8 ist mit einem Ventilkolben 13 ausgebildet, welcher mehrere Kolbenabschnitte 13A, 13B, 13C aufweist, von denen ein erster Kolbenabschnitt 13A mit dem Ventilgehäuse einen ersten Ventilraum 8A begrenzt, welcher über eine Steuerdruckleitung 15 mit dem von dem Drucksteller 12 eingestellten Steuerdruck p_{EDS} beaufschlagbar ist.

15

Durch einen weiteren, stufenkolbenartigen Kolbenabschnitt 13B wird ein zweiter Ventilraum 8B in dem Ventilgehäuse begrenzt, der über eine Leitung 16 mit dem Halteventil 10 des Kupplungsraums 4 verbunden ist und mit einer dem Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} entgegenwirkenden Federeinrichtung 14 ausgestattet ist.

20

25

30

Zwischen dem ersten Ventilraum 8A und dem zweiten Ventilraum 8B befindet sich ein dritter Ventilraum 8C, welcher mit der zu dem Kupplungsraum 4 führenden Druckleitung 6 und mit einer Vorbefülldruck p_v führenden Druckleitung 17 verbunden ist. Dieser dritte Ventilraum 8C wird begrenzt durch den zweiten Kolbenabschnitt 13B und einen an den ersten Kolbenabschnitt 13A angrenzenden, gegenüber diesem mit geringerem Durchmesser und durchmessergleich mit dem zweiten Kolbenabschnitt 13B ausgeführten dritten Kolbenabschnitt 13C.

Je nach Ventilstellung ist der dritte Ventilraum 8C mit einer Systemdruck p_{sys} führenden Druckleitung 18 ver-

bindbar, wobei bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventil-
raumes 8A eine Verschiebung des Ventilkolbens 13 erfolgt,
welche einen Anschluß an die Systemdruck p_{sys} führende
Druckleitung 18 zunehmend öffnet, so daß das unter System-
druck p_{sys} stehende Druckmittel über den dritten Ventil-
raum 8C zu dem Anschluß an die Druckleitung 6, welche zu
dem Kupplungsraum 4 führt, fließen kann. Während der Kol-
benverschiebung zur Öffnung des Anschlusses für den System-
druck p_{sys} wird durch den dritten Ventilkolbenabschnitt 13C eine
Entlastungsleitung 19, welche zwischen einem Anschluß der
Vorbefüllleitung 17 und dem ersten Ven-
tilraum 8A abzweigt, zunehmend geschlossen.

Das dem Kupplungsraum 4 zugeordnete Halteventil 10 ist
ähnlich aufgebaut mit einem mehrere Kolbenabschnitte 20A,
20B aufweisenden Ventilkolben 20, welcher einen ersten, mit
dem Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} beaufschlagbaren Ventil-
raum 10A, einen zweiten Ventilaum 10B, welcher mit einer
einrichtung 21 ausgestattet und druckentlastet ist, und
einen dritten Ventilaum 10C, welcher mit der zu dem zwei-
ten Ventilaum 8B des ersten Kupplungsventils 8 führenden
Druckleitung 16 sowie je nach Ventilstellung mit der zu dem
Kupplungsraum 4 führenden Druckleitung 6 verbunden ist,
aufweist.

Bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes 10A
wird der Ventilkolben 20 derart verschoben, daß der erste
Kolbenabschnitt 20A mit seiner dem dritten Ventilaum 10C
zugewandten Steuerkante zunehmend einen Anschluß an die
Druckleitung 6, welche zu dem Kupplungsraum 4 führt, über-
deckt. Gleichzeitig wird der zweite Kolbenabschnitt 20B mit
seiner dem dritten Ventilaum 10C zugewandten Steuerkante

entgegen eines Anschlusses einer Entlastungsleitung 22 verschoben.

5 Das zweite Kupplungsventil 9, welches gegenüber dem
als Proportionalventil ausgeführten ersten Kupplungsventil 8 als invers-proportionales Druckreduzierventil ausgeführt ist, wird mit dem gleichen Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} wie das erste Kupplungsventil 8 und das dem Kupplungsraum 4 zugeordnete Halteventil 10 angesteuert. Hinsichtlich seines Aufbaus hat das zweite Kupplungsventil 9 ebenfalls einen mehrere Kolbenabschnitte 23A, 23B, 23C aufweisenden Ventilkolben 23, bei dem die Abstufung jedoch umgekehrt als bei dem Ventilkolben 13 des ersten Kupplungsventils 8 ist.

15

Ein erster Kolbenabschnitt 23A, welcher gegenüber einem zweiten Kolbenabschnitt 23B und einem hierzu durchmessergleichen dritten Kolbenabschnitt 23C mit kleinerem Durchmesser ausgeführt ist, begrenzt mit dem Ventilgehäuse 20 einen ersten Ventilraum 9A, welcher über einen Anschluß zu der Steuerdruckleitung 15 mit dem Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} beaufschlagbar ist.

25 Der stufenkolbenartige zweite Kolbenabschnitt 23B begrenzt einen zweiten Ventilraum 9B in dem Ventilgehäuse, der entlastet ist und in dem eine dem Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} entgegenwirkende Federeinrichtung 24 angeordnet ist.

30 Zwischen dem ersten Ventilraum 9A und dem zweiten Ventilraum 9B befindet sich ein dritter Ventilraum 9C, welcher durch den zweiten Kolbenabschnitt 23B und den an den ersten

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG
Friedrichshafen

14

Kolbenabschnitt 23A angrenzenden dritten Kolbenabschnitt 23C begrenzt wird.

- 5 Der dritte Ventilraum 9C ist über eine Leitung 25 mit dem dem Rückstellraum 5 zugeordneten Halteventil 11 verbunden und je nach dessen Ventilstellung über dieses mit dem Rückstellraum 5 verbindbar. Des weiteren grenzt an den dritten Ventilraum 9C ein Anschluß, der an die zu dem Kupplungsraum 4 führende Druckleitung 6 bzw. an den dritten Ventilraum 8C des ersten Kupplungsventils 8 und der mit einer Ventilraum 10C des Halteventils 10 führt, und der mit einer dem dritten Ventilraum 9C zugewandten Steuerkante des dritten Kolbenabschnittes 23C zusammenwirkt. Eine dem dritten Ventilraum 9C zugewandte Steuerkante des zweiten Kolbenabschnittes 23C wirkt mit einem Anschluß an die Vorbefüll-
15 druck p_v führende Druckleitung 17 zusammen, wobei dieser Anschluß bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes 9A zunehmend aufgedeckt wird. Während der Kolbenverschiebung in Richtung des zweiten Ventilraumes 9B wird durch den dritten Kolbenabschnitt 23C ein zwischen dem Anschluß an die Druckleitung 6 und dem ersten Ventilraum 9A angeordneter Anschluß einer weiteren, in die Leitung 25, welche zu dem dem Rückstellraum 5 zugeordneten Halteventil 11 führt, einmündenden Leitung 26 zunehmend freigegeben.

20

- 25 Das dem Rückstellraum 5 zugeordnete Halteventil 11 ist ein invers-proportionales Druckreduzierventil, dessen Ventilkolben 27 wiederum mit mehreren Kolbenabschnitten 27A, 27B ausgebildet ist, von denen ein erster Kolbenabschnitt 27A mit dem Ventilgehäuse einen ersten, mit einem Ansteuerdruck beaufschlagbaren Ventilraum 11A und ein zweiter Kolbenabschnitt 27B mit dem Ventilgehäuse einen zweiten Ventilraum 11B, welcher mit einer dem Ansteuerdruck entge-
- 30

genwirkenden Federeinrichtung 28 ausgestattet und druckentlastet ist, begrenzt.

5 Zwischen den Kolbenabschnitten 27A, 27B ist ein dritter Ventilraum 11C gebildet, welcher einen Anschluß an die zu dem Rückstellraum 5 führende Druckleitung 7 aufweist, und an den in Richtung des ersten Kolbenabschnittes 27A ein mit diesem zusammenwirkender Anschluß an die Systemdruck p_{sys} führende Druckleitung 18 sowie in Richtung des zweiten Kolbenabschnittes 27B ein mit diesem zusammenwirkender Anschluß an die zum zweiten Kupplungsventil 9 führende Druckleitung 25 bzw. 26 grenzt, wobei letzterer Anschluß bei einer Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes 11A zunehmend freigegeben wird.

15

Bei der Ausführung nach Fig. 1 ist der Ansteuerdruck des dem Rückstellraum 5 zugeordneten Halteventils 11 der von dem elektronischen Drucksteller 12 eingestellte und über die Leitung 15 dem Schieberventilsystem zugeführte 20 Steuerdruck p_{EDS} , welcher über eine Zweigleitung 29 der Druckleitung 15 in den ersten Ventilraum 11A des Halteventils 11 gelangen kann.

20

Hingegen ist bei der Ausführung nach Fig. 3 der Ansteuerdruck des dem Rückstellraum 5 zugeordneten Halteventils 11 der Druck p_1 , der dem Kupplungsraum 4 zugeführt wird und der von der zu dem Kupplungsraum 4 führenden Druckleitung 6 über eine Zweigleitung 30 in den ersten Ventilraum 11A des Halteventils 11 gelangt.

25

30

In der Fig. 2 ist in Abhängigkeit des von dem Drucksteller 12 eingestellten Steuerdruckes p_{EDS} der Verlauf des Druckes p_1 seitens des Kupplungsraums 4 an dem Kupp-

lungskolben 3, des seitens des Rückstellraums 5 an dem Kupplungskolben 3 anliegenden Druckes p_2 und einer Kolbenkraft F in Schließrichtung der Kupplung 2 dargestellt.

5 Zu Beginn der Ansteuerung des Ventilschiebersystems kann bei einem Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} von 0 bar der Druck p_1 in dem Kupplungskolben ebenfalls 0 bar oder ein geringes Vorbefülldruckniveau haben, während der Druck p_2 seitens des Rückstellraumes 5 beispielsweise 2 bar beträgt.

Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, wird bei einer Beaufschlagung des Ventilschiebersystems mit Steuerdruck p_{EDS} zur Zuschaltung der Kupplung 2 zunächst mit dem von Null ansteigendem Steuerdruck p_{EDS} über das invers-proportionale Halteventil 11 des Rückstellraumes 5 der Druck p_2 in
15 letzterem abgesenkt, wodurch die Kolbenkraft F eine Steigerung erfährt.

Die Modulation des Druckes p_2 in dem Rückstellraum 5
20 und seine Reduktion auf Null wird durch das zweite Halteventil 11 durchgeführt. Der Druck p_1 in dem Kupplungsraum 4 bleibt währenddessen im wesentlichen konstant auf niedrigem Vorbefüllniveau.

25 Wenn der Druck p_2 in dem Rückstellraum 5 bei einem Druckwert p_{EDS_1} des Drucksteller-Steuerdruckes p_{EDS} ein Minimum erreicht hat, schaltet das dem Rückstellraum 5 zugeordnete Halteventil 11 selbsttätig um. Bei Erreichen des Druckwertes p_{EDS_1} , welcher beispielsweise 0,4 bar betragen kann, liegt bei der gezeigten Ausführung sowohl in dem
30 Kupplungsraum 4 wie auch in dem Rückstellraum 5 ein Druck p_1 bzw. p_2 von 0 bar an. Zu diesem Zeitpunkt beginnt sich durch die Verschiebung des Kolbens 13 des ersten

Kupplungsventils 8 dessen Anschluß für die System-
druck p_{sys} führende Leitung 18 zu öffnen, wodurch zum ei-
nen steigender Druck p_1 in den Kupplungsraum 4 und zum
anderen in den dritten, mittleren Ventilraum 23C des zwei-
5 ten Kupplungsventils 9 geführt wird. Dieser Druck gelangt
über das dem Rückstellraum 5 zugeordnete Halteventil 11
ungehindert in den Rückstellraum 5, so daß der in dem Rück-
stellraum 5 anliegende Druck p_2 dem Druck p_1 des Kupp-
lungsraumes 4 entspricht.

In diesem Zustand wirkt auf den Kupplungskolben 3 nur
noch die Kraft auf die Differenzfläche, um welche die kupp-
lungsraumseitige Fläche A_1 des Kupplungskolbens 3 größer
ist als dessen rückstellraumseitige Fläche A_2 . Entspre-
15 chend schwächer ist der Kraftanstieg der Kolbenkraft F wäh-
rend dieser Phase.

Ab einem durch die Dimensionierung des Schieberventil-
systems vordefinierten Druckwert p_{EDS_2} des Drucksteller-
20 Steuerdruckes p_{EDS} öffnet sich bei dem zweiten Kupplungs-
ventil 9 zunehmend der Anschluß der Vorbefülldruck p_v füh-
renden Leitung 17, während der Anschluß an die den
Druck p_1 des Kupplungsraumes 4 führende Druckleitung 6
zunehmend geschlossen wird. Dies wirkt sich dahingehend
25 aus, daß mit steigendem Drucksteller-Steuerdruck p_{EDS} ab
diesem Zeitpunkt der Druck p_1 in dem Kupplungsraum 4 wei-
ter steigt, während der Druck p_2 in dem Rückstellraum 5
durch das zweite Kupplungsventil 9 stetig reduziert wird.

30 Der Druckwert p_{EDS_2} kann bei der gezeigten Ausfüh-
rung 2,2 bar betragen, während die Drücke p_1 und p_2 in
dem Kupplungsraum 4 und dem Rückstellraum 5 bis dahin auf
3,5 bar angestiegen sind.

Die Abschaltung des rückstellraumseitigen Druckes p_2 bis auf einen Wert von 0 bar muß mit einer stetig ansteuerbaren Funktion erfolgen, um Unstetigkeiten im Verlauf der Kraft F des Kupplungskolbens 3 zu vermeiden.

5

Wenn der rückstellraumseitige Druck p_2 abgeschaltet ist, wird bei diesem Drucksteller-Druckwert p_{EDS_3} , welcher hier z. B. 4,4 bar beträgt, der Druck p_1 seitens des Kupplungsraumes 4 sprunghaft auf einen Wert von beispielsweise 7,8 bar erhöht und somit auf den anliegenden Systemdruck p_{sys} geschaltet. Damit endet die Modulation des ersten Kupplungsventils 8, und der anliegende Kupplungsdruck p_1 wird über das dem Kupplungsraum 4 zugeordnete Halteventil 10 gehalten. Zur Sicherstellung dieses Zustandes mit maximaler Übertragungsfähigkeit an der Kupplung 2 kann der Steuerdruck p_{EDS} um weitere 0,5 bar angehoben werden.

15

Betrachtet man die zu der Ausführung nach Fig. 3 gehörenden Kraft- und Druckverläufe der Fig. 4, so zeigt sich im Unterschied zu den Verläufen der Fig. 2, daß zu Beginn einer Aktivierung der Kupplung 2, d. h. mit Ansteigen des Drucksteller-Steuerdruckes p_{EDS} ausgehend von einem Nullwert, zunächst keine Veränderung des kupplungsraumseitigen Druckes p_1 oder des rückstellraumseitigen Druckes p_2 erfolgt. Erst mit einem Anstieg des kupplungsraumseitigen Druckes p_1 erfolgt aufgrund der Ansteuerung des dem Rückstellraum 5 zugeordneten Halteventils 11 in Abhängigkeit von dem kupplungsraumseitigen Druck p_1 ein Anstieg der beiderseits des Kupplungskolbens 3 anliegenden Drücke p_1 , p_2 ab dem Drucksteller-Steuerdruckwert p_{EDS_1} mit gleichem Druckniveau bis zu dem Drucksteller-Steuerdruckwert p_{EDS_2} . Ab dem vordefinierten Drucksteller-Steuer-

20

25

30

druckwert p_{EDS_2} erfolgt wie zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 beschrieben eine Reduktion des Druckes p_2 des Rückstellraumes 5 auf einen Nullwert, während der Druck p_1 in dem Kupplungsraum 4 bis zu dem Drucksteller-Steuerdruckwert p_{EDS_3} weiter angehoben wird, um dort auf ein Systemdruckniveau mit maximaler Kraft F des Kupplungskolbens 3 geschaltet zu werden.

Es versteht sich, daß die Erfindung nicht auf die beiden gezeigten Ausführungen beschränkt ist, da die Vorrichtung nach der Erfindung an jegliche Dimensionierung der mit Druck beaufschlagten Flächen des Kupplungskolbens anpaßbar ist. Bei den gezeigten Ausführungen ist die kupplungsraumseitige Fläche des Kupplungskolbens größer als die rückstellraumseitige Fläche ausgeführt. In anderen Ausführungen sind jedoch eine umgekehrte Anordnung mit entsprechenden Modifikationen des Schiebeventilsystems sowie andere für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Flächenverhältnisse möglich, da die Flächen A_1 , A_2 bezüglich des Gegenstandes der Erfindung im System frei wählbar sind.

Anders als bei den gezeigten Ausführungen können die Ventile des gezeigten Schieberventilsystems gegebenenfalls auch zu Einheiten zusammengefaßt sein.

Bezugszeichen

	1, 1'	Vorrichtung
5	2	Kupplung
	3	Kupplungskolben
	4	Kupplungsraum
	5	Rückstellraum
	6	Druckleitung
10	7	Druckleitung
	8	erstes Kupplungsventil
	8A, 8B, 8C	Ventilraum
	9	zweites Kupplungsventil
	9A, 9B, 9C	Ventilraum
15	10	erstes Halteventil
	10A, 10B, 10C	Ventilraum
	11	zweites Halteventil
	11A, 11B, 11C	Ventilraum
	12	elektronischer Drucksteller
20	13	Ventilkolben des ersten Kupplungsventils
	13A, 13B, 13C	Kolbenabschnitt
	14	Federeinrichtung
	15	Steuerdruckleitung
	16	Druckleitung
25	17	Vorbefülldruck führende Leitung
	18	Systemdruck führende Leitung
	19	Entlastungsleitung
	20	Ventilkolben des ersten Halteventils
	20A, 20B	Kolbenabschnitt
30	21	Federeinrichtung
	22	Entlastungsleitung
	23	Ventilkolben des ersten Kupplungsventils
	23A, 23B, 23C	Kolbenabschnitt

	24	Federeinrichtung
	25	Leitung
	26	Leitung
	27	Ventilkolben des zweiten Halteventils
5	27A,27B	Kolbenabschnitt
	28	Federeinrichtung
	29	Zweigleitung der Steuerdruckleitung
	30	Zweigleitung der Druckleitung 6 z. Kupplungsraum
10	A_1	kupplungsraumseitige Fläche des Schaltkolbens
	A_2	rückstellraumseitige Fläche des Schaltkolbens
	F	Kraft des Kupplungskolbens
	p	Druck
	p_1	kupplungsraumseitiger Druck an Kupplungskolben
15	p_2	rückstellraumseitiger Druck an Kupplungskolben
	p_EDS	Steuerdruck des Druckstellers
	p_EDS_1	Drucksteller-Steuerdruckwert
	p_EDS_2	Drucksteller-Steuerdruckwert
	p_EDS_3	Drucksteller-Steuerdruckwert
20	p_sys	Systemdruck
	p_v	Vorbefülldruck

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Ansteuerung eines hydraulisch betätigbaren Schaltelementes (2) eines Kraftfahrzeuggetriebes, insbesondere eines Lastschaltgetriebes, mit einem Kupplungskolben (3), welcher mit einer ersten Fläche (A₁) einen hydraulisch beaufschlagbaren Kupplungsraum (4) und mit einer zweiten, eine andere Größe aufweisenden Fläche (A₂) einen hydraulisch beaufschlagbaren Rückstellraum (5) begrenzt, und mit einem Schieberventilsystem, welches ein erstes, dem Kupplungsraum (4) zugeordnetes Kupplungsventil (8), ein zweites, dem Rückstellraum (5) zugeordnetes Kupplungsventil (9) und ein dem Rückstellraum (5) zugeordnetes Halteventil (11) aufweist, welche Ventile in Abhängigkeit eines durch einen Drucksteller (12) eingestellten Steuerdrucks (p_{EDS}) verschiebbar sind, wobei ein Wechsel zwischen einer Druckbeaufschlagung des Kupplungskolbens (3) seitens des Kupplungsraums (4) und seitens des Rückstellraums (5) als Regelfunktion derart durchgeführt wird, daß der Kupplungskolben (3) auf seiner dem Rückstellraum (5) zugewandten Fläche (A₂) in einem nichtgeschalteten Zustand des Schaltelementes (2) mit Druck beaufschlagt und in einem geschalteten Zustand des Schaltelementes (2) entlastet ist, und die beiden Flächen (A₁, A₂) des Kupplungskolbens (3) bei einer Zuschaltung des Schaltelementes bis zu einem vordefinierten Drucksteller-Steuerdruck (p_{EDS_2}) mit wenigstens annähernd gleichem Druck beaufschlagt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in dem Rückstellraum (5) nach Erreichen des vordefinierten Drucksteller-Steuerdrucks (p_{EDS_2}) durch das zweite Kupplungsven-

til (9) reduziert wird und der Druck in dem Kupplungsraum (4) durch das erste Kupplungsventil (8) weiter erhöht wird.

5 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Verhältnis der
Flächen (A₁, A₂) an dem Kupplungskolben (3) und der vor-
definierte Drucksteller-Steuerdruck (p_{EDS_2}) derart ausge-
legt sind, daß vordefinierte schaltqualitätskritische
10 Schaltungen wenigstens überwiegend während einer Beauf-
schlagung beider Flächen (A₁, A₂) des Kupplungskol-
bens (3) mit gleichem Druck erfolgen.

15 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß das dem Rück-
stellraum (5) zugeordnete Halteventil (11) als invers-
proportionales Druckreduzierventil ausgebildet ist.

20 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß dem dem Rück-
stellraum (5) zugeordneten Halteventil (11) als Ansteuer-
druck der an das erste Kupplungsventil (8) und an das zwei-
te Kupplungsventil (9) herangeführte Drucksteller-Steuer-
druck (p_{EDS}) zugeführt wird.

25

 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß dem dem Rück-
stellraum (5) zugeordneten Halteventil (11) als Ansteuer-
druck der an den Kupplungsraum (4) herangeführte
30 Druck (p₁) zugeführt wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Kupplungsventil (8) als proportionales Druckreduzierventil ausgebildet ist und das zweite Kupplungsventil (9) als invers-proportionales Druckreduzierventil mit für das erste Kupplungsventil gemeinsamen Druckregler-Steuerdruck (p_{EDS}) oder als proportionales Druckreduzierventil mit separatem Druckregler-Steuerdruck ausgebildet ist.

10 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Kupplungsventil (8) mit einem mehrere Kolbenabschnitte (13A, 13B, 13C) aufweisenden Ventilkolben (13) ausgebildet ist, welcher einen ersten, mit Druckregler-Steuerdruck (p_{EDS}) beaufschlagbaren Ventilraum (8A); einen zweiten Ventilraum (8B), welcher mit einer dem Druckregler-Steuerdruck (p_{EDS}) entgegenwirkenden Federeinrichtung (14) ausgestattet ist; und einen dritten Ventilraum (8C), welcher mit dem Kupplungsraum (4), einer Vorbefülldruck (p_v) führenden Druckleitung (17) und bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes (8A) zunehmend mit einer Systemdruck (p_{sys}) führenden Druckleitung (15) verbunden ist, begrenzt.

25 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einem Anschluß der Vorbefülldruck (p_v) führenden Leitung (17) und dem ersten Ventilraum (8A) eine Entlastungsleitung (19) angeordnet ist, welche bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes (8A) mit Druckregler-Steuerdruck (p_{EDS}) wenigstens teilweise geschlossen wird.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Kupplungsventil (9) mit einem mehrere Kolbenabschnitte (23A, 23B, 23C) aufweisenden Ventilkolben (23) ausgebildet ist, welcher einen ersten, mit Druckregler-
5 Steuerdruck (p_{EDS}) beaufschlagbaren Ventilraum (9A); einen zweiten Ventilraum (9B), welcher mit einer dem Druckregler-Steuerdruck (p_{EDS}) entgegenwirkenden Federeinrichtung (24) ausgestattet ist; und einen dritten Ventilraum (9C), welcher mit dem dem Rückstellraum (5) zugeordneten Halteventil (11) verbunden und über dieses mit dem Rückstell-
10 raum (5) verbindbar ist sowie je nach Ventilstellung mit einer zu dem Kupplungsraum (4) führenden Druckleitung (6) und bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes (9A) zunehmend mit einer Vorbefülldruck (p_v) führenden Druck-
15 leitung (17) verbunden ist, begrenzt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einem Anschluß an
20 die zu dem Kupplungsraum (4) führende Leitung (6) und dem ersten Ventilraum (9A) eine Leitung (26) abzweigt, die in die zu dem Halteventil (11) und je nach dessen Ventilstellung zu dem Rückstellraum (5) führende Leitung (25) mündet.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Rückstellraum (5) zugeordnete Halteventil (11) mit einem
25 mehreren Kolbenabschnitte (27A, 27B) aufweisenden Ventilkolben (27) ausgebildet ist, welcher einen ersten, mit einem Ansteuerdruck (p_{EDS} ; p_1) beaufschlagbaren Ventil-
30 raum (11A); einen zweiten Ventilraum (11B), welcher mit einer dem Ansteuerdruck (p_{EDS} ; p_1) entgegenwirkenden Federeinrichtung (28) ausgestattet ist; und einen dritten

Ventilraum (11C), welcher mit dem Rückstellraum (5) sowie je nach Ventilstellung mit einer Systemdruck (p_{sys}) führenden Druckleitung (18) und bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes (11A) zunehmend mit einer zu dem zweiten Kupplungsventil (9) führenden Druckleitung (25) verbunden ist, begrenzt.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kupplungsraum (4) ein Halteventil (10) zugeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Kupplungsraum (4) zugeordnete Halteventil (10) mit einem mehrere Kolbenabschnitte (20A, 20B) aufweisenden Ventilkolben (20) ausgebildet ist, welcher einen ersten, mit dem Drucksteller-Steuerdruck (p_{EDS}) beaufschlagbaren Ventilraum (10A); einen zweiten Ventilraum (10B), welcher mit einer dem Drucksteller-Steuerdruck (p_{EDS}) entgegenwirkenden Feder-
einrichtung (21) ausgestattet ist; und einen dritten Ventilraum (10C), welcher mit einer zu dem ersten Kupplungsventil (8) führenden Druckleitung (16) verbunden ist sowie je nach Ventilstellung mit einer zu dem Kupplungsraum (4) führenden Druckleitung (6) oder bei Druckbeaufschlagung des ersten Ventilraumes (10A) zunehmend mit einer Entlastungs-
leitung (22) verbunden ist, begrenzt.

Zusammenfassung

Vorrichtung zur Ansteuerung eines
hydraulisch betätigbaren Schaltelementes

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines hydraulisch betätigbaren Schaltelementes eines Kraftfahrzeuggetriebes, insbesondere eines Lastschaltgetriebes, mit einem Kupplungskolben, welcher mit einer ersten Fläche einen hydraulisch beaufschlagbaren Kupplungsraum und mit einer zweiten, eine andere Größe aufweisenden Fläche einen hydraulisch beaufschlagbaren Rückstellraum begrenzt, und mit einem Schieberventilsystem, welches ein erstes, dem Kupplungsraum zugeordnetes Kupplungsventil, ein zweites, dem Rückstellraum zugeordnetes Kupplungsventil und ein dem Rückstellraum zugeordnetes Halteventil aufweist.

15

20

Die Ventile sind in Abhängigkeit eines durch einen Drucksteller eingestellten Steuerdrucks verschiebbar, wobei ein Wechsel zwischen einer Druckbeaufschlagung des Kupplungskolbens seitens des Kupplungsraums und seitens des Rückstellraums als Regelfunktion derart durchgeführt wird,

25

daß der Kupplungskolben auf seiner dem Rückstellraum zugewandten Fläche in einem nichtgeschalteten Zustand des Schaltelementes mit Druck beaufschlagt und in einem geschalteten Zustand des Schaltelementes entlastet ist, und die beiden Flächen des Kupplungskolbens bei einer Zuschaltung des Schaltelementes bis zu einem vordefinierten Drucksteller-Steuerdruck mit wenigstens annähernd gleichem Druck beaufschlagt sind.

30

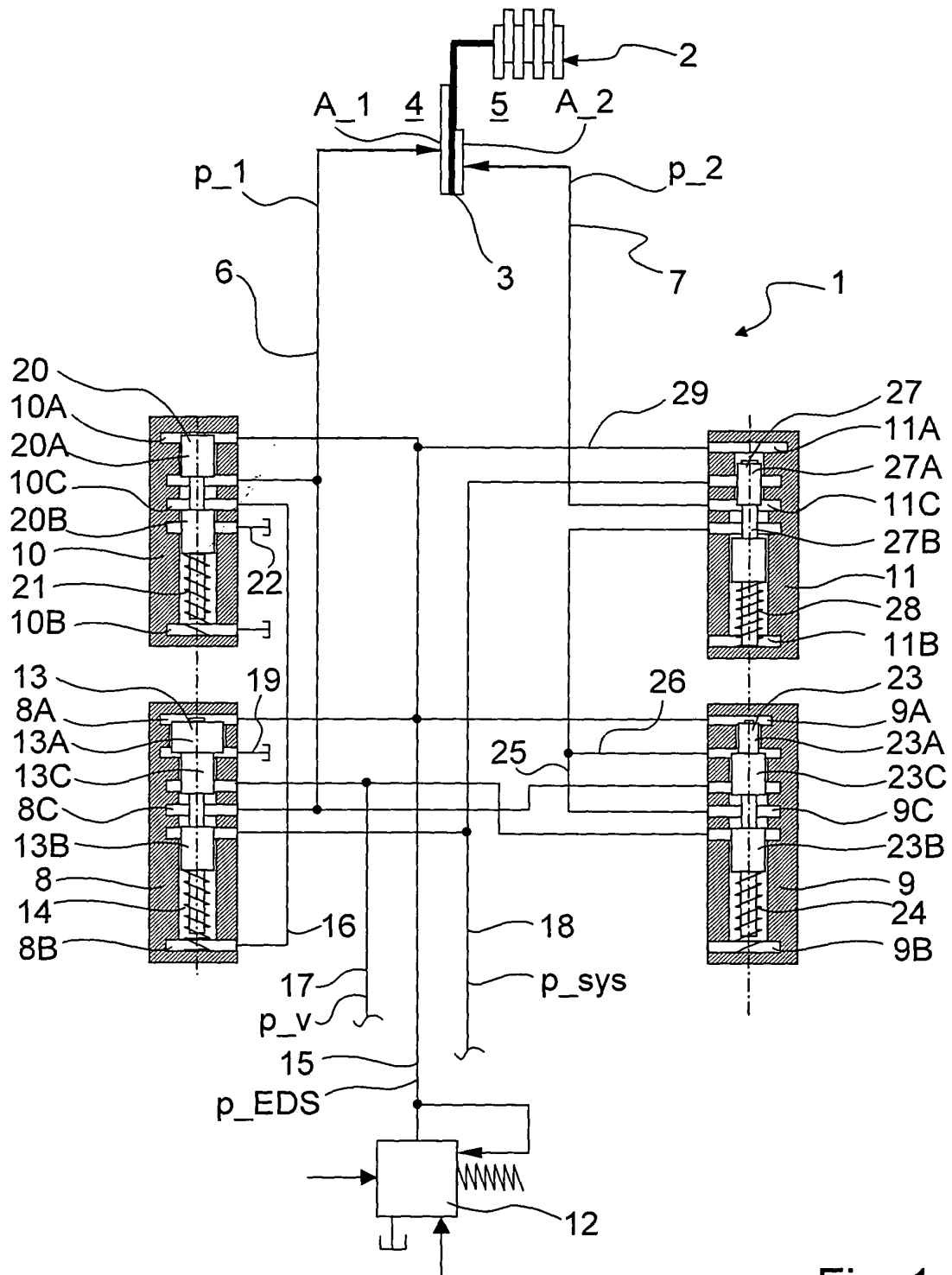


Fig. 1

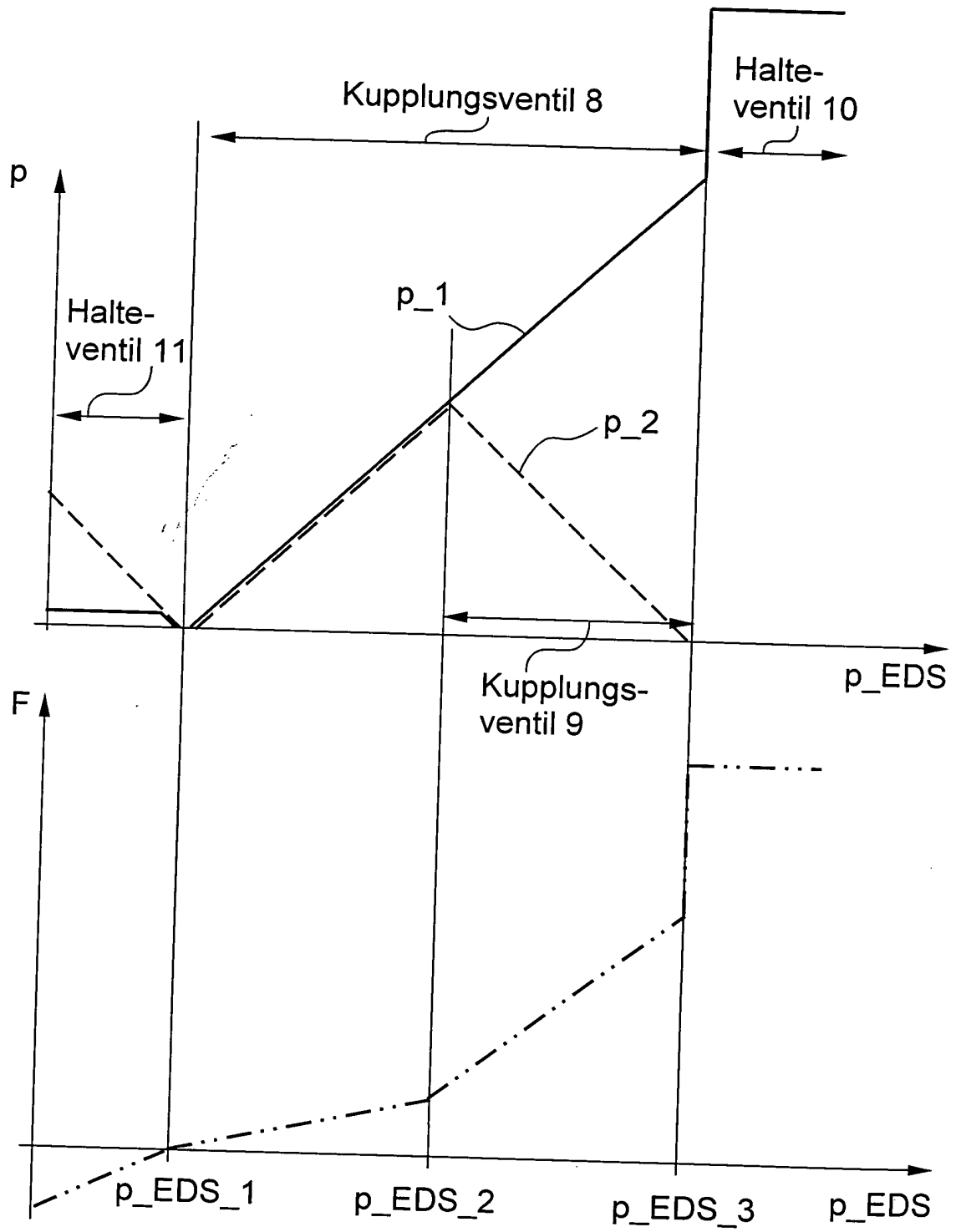


Fig. 2

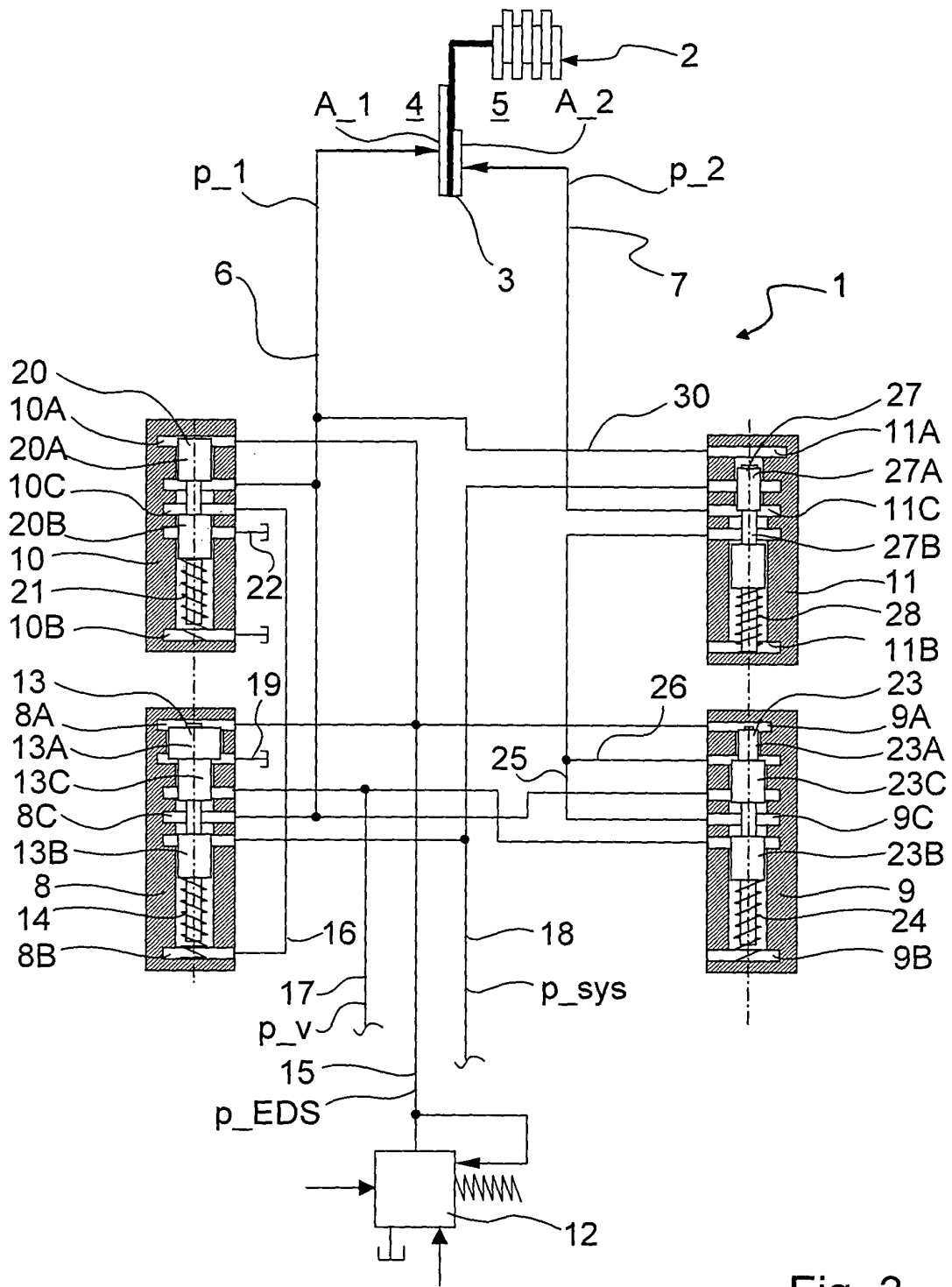


Fig. 3

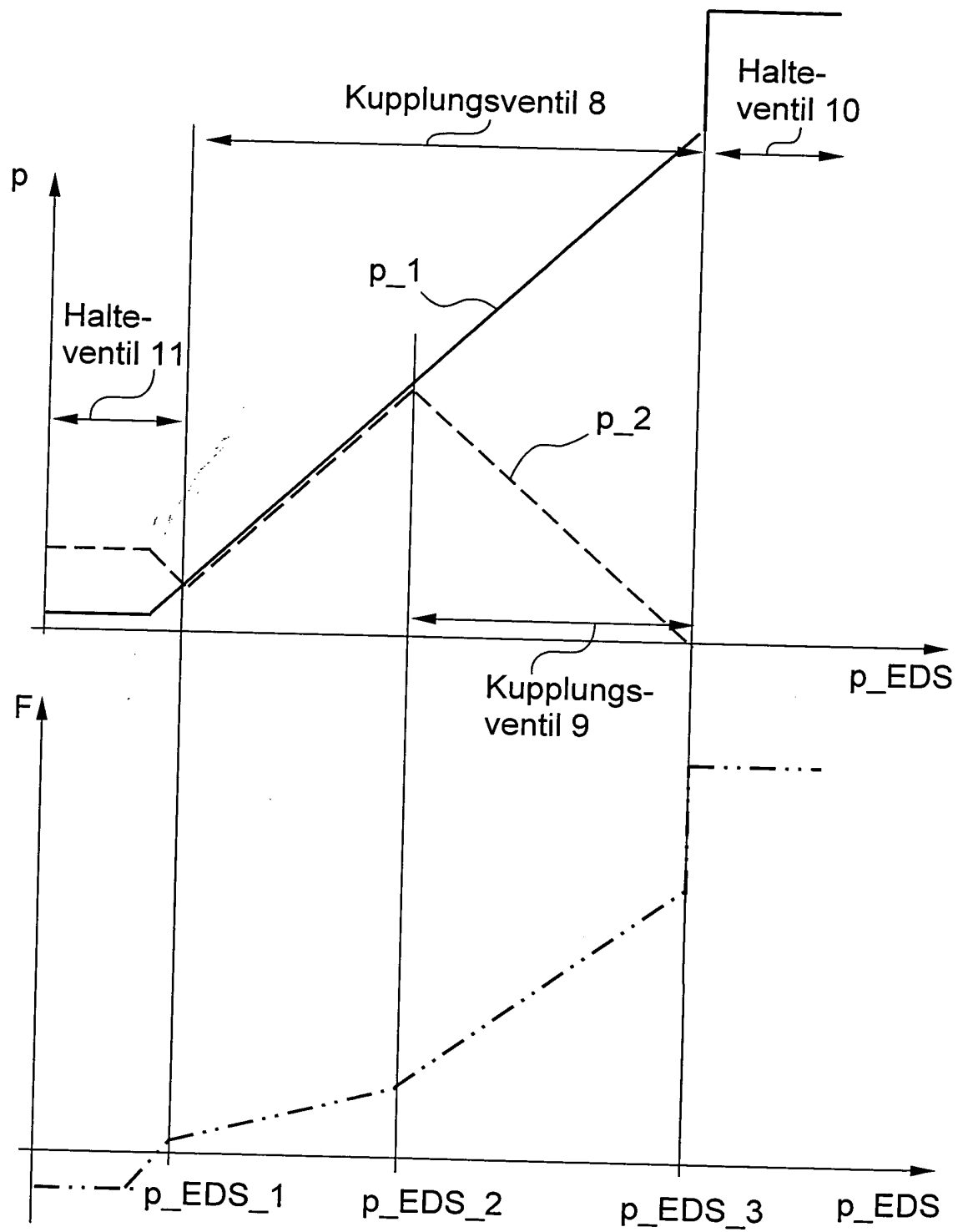


Fig. 4